

MATEMATIKA U UMJETNOSTI

Математика в Искусстве

Vesna Mišljenović, Zagreb

ROBERT BOSCH – OD MATEMATIČARA DO UMJETNIKA

Robert Bosch profesor je matematike na koledžu Oberlin u SAD-u, a specijalizirao se za optimizaciju, matematičku granu koja se bavi optimalnom izvedbom, odnosno nalaženjem najboljeg načina da se obavi neki zadatak. Svi se mi svakodnevno koristimo optimizacijom, a da toga nismo ni svjesni. Svaki put kada planiramo kako obaviti neki zadatak što jednostavnije i uz minimum sredstava, optimiziramo. Kao što Robert Bosch često napominje svojim studentima, optimizacija je najkorisnija grana matematike.

Matematička optimizacija ima svoju primjenu u svakojakim, zaista različitim disciplinama – poslovnom svijetu, biologiji, prometu, marketingu, poljoprivredi itd. Bosch je sam koristio optimizaciju za rješavanje najrazličitijih problema, od usporedbe restorana brzom hranom do ispitivanja efikasnosti novog lijeka protiv SIDE. Našao je i način kako da je koristi za stvaranje slika, portreta i skulptura. Isprva je to bio samo umirujući hobi, a uskoro sve više ozbiljno umjetničko djelovanje u kojem se optimizacija pokazala kao umjetnički alat. Bosch stvara brojna djela; često su to prijevodi poznatih umjetničkih djela koja Bosch reinterpetira računalom, a često i njegovi autorski radovi.

Optimizaciju koristi na različite načine i stvara raznolika djela, ali uvijek polazi od istog osnovnog načela – odabere neki prikaz kao polazište i koristi određen skup elemenata (npr. complete domino pločica) koje pokušava poslagati na način da najviše nalikuju polaznom djelu. Ograničavajući broj tih elemenata i pravila njihovog slaganja (sve pločice iz kompleta moraju biti iskorištene), to postaje optimizacijski problem. Isti ti elementi mogu biti korišteni za stvaranje drugih slika, samo će njihov raspored biti drugačiji.

Sve je krenulo od jednog matematičkog zadatka koji je Bosch postavio čitateljima u svojoj rubrici zagonetki 2001. godine. Trebalo je, koristeći *integer programiranje*, posložiti tri potpuna kompleta domino pločica tako da što više nalikuju Leonardovoj *Mona Lisi*.

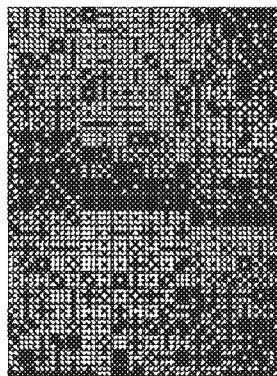
Rezultat je bio tek donekle prepoznatljiv polazni portret, ali je to dovoljno zaintrigiralo samog Boscha da se posveti daljnjem unapređenju programa i stvaranju novih, sve uspješnijih slika. Počeo je koristiti i sve više kompleta, ponekad čak i stotinu. Računalu su zbog toga trebali sati da izvrši zadane operacije jer je za takvu jednu kompoziciju potrebno oko 10 000 jednadžbi, a ima preko 1 000 000 varijabli.

Matka 21 (2012./2013.) br. 83





Slika 1. Robert Bosch,
Domino da Vinci, 2003.



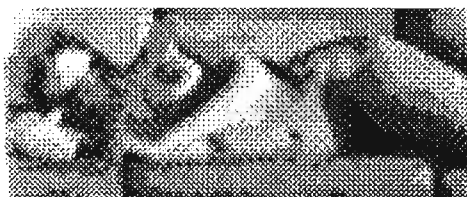
Slika 2. Robert Bosch,
Domino da Vinci (detalj)

Imao je već ustaljenu rutinu; svaku večer prije spavanja postavio bi računalu zadatak za novi portret od domina. Ujutro bi bilo gotovo, a on bi ispisao dobivenu sliku te je pokazao svojoj ženi da zajednički procijene koliko je uspjela. S vremenom je već mogao procijeniti koja su umjetnička djela pogodna za takav proces te na koji način i kojim postupcima postići najbolji rezultat. Tako je tekla njegova preobrazba od matematičara koji voli umjetnost do umjetnika koji koristi matematiku u izvedbi svojih djela.

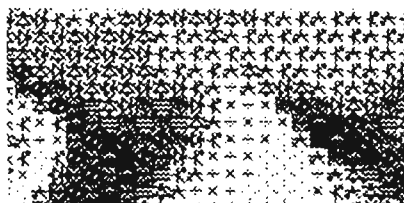
Takav matematički pristup umjetnosti mogli smo vidjeti i ranije; uvijek su se neki umjetnici zalagali za takav racionalan, matematički pristup umjetnosti, i podržavali primjenu matematike u izradi umjetničkih djela. Kao što i sam Bosch ističe, sličan proces optimizacije koristio je i **Georges Seurat**, predstavnik pointilizma u slikarstvu, samo, naravno, bez računala.

Bosch se susreo s njegovim djelom *Nedjeljno poslijepodne na otoku Le Grande Jatte* kad je tek počeo raditi na koledžu Oberlin i ostao je zapanjen njegovom složenošću, a prije svega činjenicom da, kada djelo gleda izbliza, vidi samo mnoštvo obojenih točkica, a tek s udaljavanjem točkice se stapaju i stvaraju sliku likova koji uživaju na otočiću na Seini. Upravo to karakterizira sva Boschova djela: ona su apstraktna izbliza, a oblici postaju prepoznatljivi tek gledanjem iz daljine. Boscha je oduševio Seuratov racionalistički pristup u kojem se boje miješaju tek optički u našem oku. Osim toga, i Seurat postavlja sebi stroga ograničenja u svojem djelovanju. Na primjer, boje moraju biti međusobno odvojene i nanese samo malim točkastim potezima, na sličan način kako i optimizacijom izvedeno djelo domino pločicama ima zadanost da svaka pločica iz kompleta mora biti iskorištena. I kod jednog i drugog možemo govoriti o rasterizaciji, rastavljanju slike na grafičke elemente. Kod oba je riječ o postupku grupiranja točaka na takav način da izgledaju kao neki prepoznatljivi oblik.





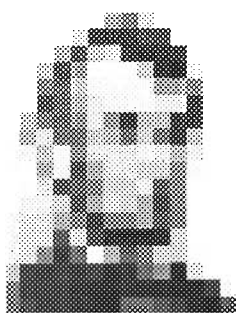
Slika 3. Ken Knowlton i Leon Harmon,
Ležeći akt, 1968.



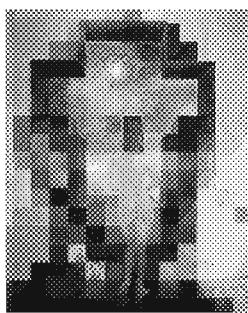
Slika 4. Ken Knowlton i Leon
Harmon, *Ležeći akt*, 1968., detalj

Sličnost postupaka možemo naći i kod pionira kompjutorske grafike, **Kena Knowltona** i **Leona Harmona**, koje i sam Robert Bosch ističe kao svoje uzore. Oni su radili zajedno u Laboratorijima Bell, a njihovo polje istraživanja bila je kompjutorska grafika i ljudska percepcija. Bili su i umjetnici koji su koristili računalo kao pomoć za svoje kompozicije.

Bavili su se stvaranjem fotomozaika koji su se na zanimljiv način poigravali našom percepcijom. Ti fotomozaici bili su kompozicije sastavljene od puno malih simbola ili slika, vođeni principom mreže. Slika je podijeljena mrežom na puno malih dijelova, no nije važno što je prikazano u svakom od tih djelića, krajnji rezultat i dalje će biti prepoznatljiva slika, dok god je zadržan ton svjetline ili boje koji prevladava na originalnoj slici. Harmon je najpoznatiji ostao po svojoj visokopikseliziranoj slici predsjednika Lincolna s novčanice od pet dolara iz 1971., jer upravo je nju reinterpreterao **Salvador Dali** 1976. u jednom od svojih najpoznatijih djela, *Gala kontemplira nad Mediteranom*, baveći se istim problemom percepcije i efektom mreže.



Slika 5. Leon Harmon,
Predsjednik Lincoln,
1971.



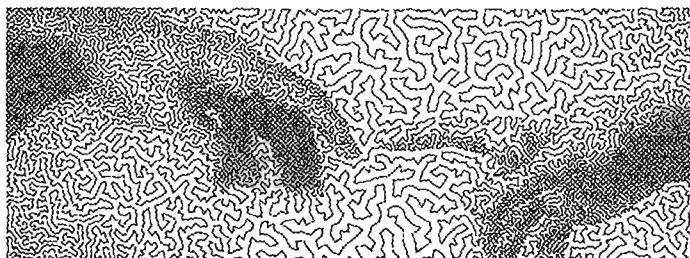
Slika 6. Salvador Dali,
Gala kontemplira nad
Mediteranom, 1976.

Vidimo da su umjetnici rado unosili elemente matematičke optimizacije u svoj rad. To je također radio **Chuck Close**, umjetnik koji sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća djeluje u okviru pravca fotorealizma, a na sličan način racionalizira i računa na efekte percepcije. On također radi portrete,



a polazi od fotografije koju podijeli mrežom. Onda tu fotografiju prenosi u veći format s većom mrežom, ćeliju po ćeliju, ali na takav način da je u svakoj nekoliko krugova boje na pozadini, a tek se s udaljenošću dobiva željena nijansa koja u toj ćeliji prevladava. Isto kao kod Seurata, miješanje boja je optičko pa tek gledanjem iz daljine vidimo prave oblike.

Ken Knowlton je autor i dvaju portreta napravljenih domino pločicama - Marilyn Monroe i Alberta Einsteina, koji su Boscha, kako on i sam ističe, direktno inspirirali na umjetničko djelovanje, ali koristeći isključivo matematičku optimizaciju.

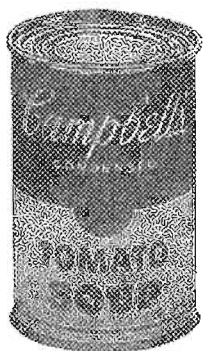


Slika 7. Robert Bosch, Ruke (prema Michelangelu)

Robert Bosch zove svoju umjetnost *opt-art*, što je svakako dobar odabir imena. *Opt* kao optimizacija, ali ujedno nosi reminiscencije na *op-art*, tj. optičku umjetnost, s kojom također dijeli neke dodirne točke – također se oslanja na optiku i vizualnu percepciju. Njegov rad možemo podijeliti u tri skupine – domino umjetnost za koju koristi *integer* programiranje, pointilistička djela za koja koristi linearno programiranje i crteže kontinuiranom linijom koja nastaju inspirirana matematičkim problemom trgovačkog putnika.

Domino umjetnost već smo objasnili na primjeru Mona Lise. Pointilistička djela temelje se na točkicama (ali za razliku od Seurata čija se djela temelje na šarenilu i optičkom miješanju boja, Boschova su djela isključivo monokromna) i njihovom grupiranju – bit će gušće tamo na dijelovima slike koji trebaju biti tamniji, a rjeđe tamo gdje je svjetlije.

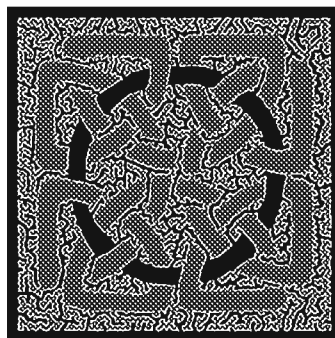
Za crteže kontinuiranom linijom Bosch koristi jedan od najpoznatijih problema u matematičkoj optimizaciji - problem trgovačkog putnika. Pitanje je kako da trgovački putnik, stacioniran u jednome gradu, obiđe sve okolne gradove i vrati se kući, ali na takav način da prijeđena udaljenost bude što manja. Godine 2003. tu metodu Bosch je primijenio na vizualnu umjetnost. Shvatio je da, ako sliku koju na takav način želi obraditi i pretvoriti u skupinu točaka, zapravo treba riješiti problem metodom trgovačkog putnika i povezati točke optimalnom rutom. Rezultat je crtež jednom jedinom kontinuiranom linijom koja se nigdje ne siječe. Rezultat je i opet jedna rasterizirana slika koja svoju prepoznatljivost temelji na gustoći linija – tamniji će dijelovi imati veću gustoću.



Slika 8. Robert Bosch, Što je unutra? (prema Warholu), 2006.



Tu granu svojeg stvaralaštva nazvao je *TSP-art* (Travelling Salesman Problem). Ta umjetnost zanimljiva je i s matematičke strane jer unosi dosta dvosmislenosti, tj. poigravanja s oblikom i pozadinom. Matematički definirano, svaka zatvorena krivulja dijeli ravninu na dva dijela – dio unutar krivulje i dio izvan nje. Bosch se svjesno u svojim djelima poigrava našom percepcijom oblika i pozadine koristeći različite boje ispunje i pozadine. Stvara jednu optičku varku; ono što nam se čini unutar krivulje pažljivijim promatranjem uviđamo da je zapravo izvan nje, i obrnuto, tj. ono što nam se čini kao dominantni oblik na slici zapravo je pozadina.



Slika 9. Robert Bosch,
Vanjski prsten

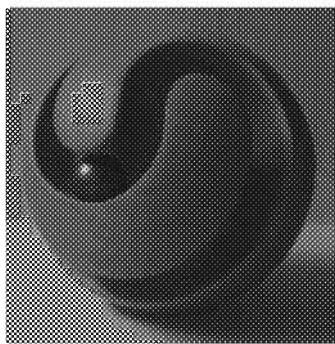
Na taj je način obrađivao poznata umjetnička djela, od Michelangelovog *Stvaranja Adama* pa do Warhollovihi *Campbell juha*. Nisu svi primjeri obrade već postojećih umjetničkih djela, jer Bosch stvara i brojna autorska djela u dvodimenzijском mediju, ali i u trodimenzijском (stvara i skulpture). Ti primjeri su, za razliku od potonjih, uvijek apstraktni, tj. ne oponašaju ništa iz predmetnog svijeta.



Slika 10. Robert Bosch,
Zagrljaj, 2010.

Njegova skulptura *Zagrljaj* osvojila je prvo mjesto na „Izložbi matematičke umjetnosti” 2010., a prenosi problem unutarnjeg i vanjskog u trodimenzijски medij. Korak dalje u trodimenzijско napravio je svojom skulpturom *Sfera i labirint*, koju je izložio na istoj izložbi 2011. godine. – drvena kugla u koju je urezao jednostavnu zatvorenu krivulju i umetnuo u nju kuglicu koja se pomiče po površini kugle i nikada ne ispada.

Robert Bosch redovito izlaže na izložbama matematičke umjetnosti i primio je brojna priznanja, a njegova djela otkupljuju razni koledži i galerije. Na njegovim stranicama (dominoartwork.com) mogu se pronaći i upute za izvedbu djela, čime ona postaju dostupna svakome, a Bosch se na taj način povezuje i s konceptualnom umjetnošću (on stvara ideju i daje upute kako izvesti gotovo djelo) ali i pop-artom koji želi umjetnost skinuti s elitističkog pijedestala i približiti je svakome, a njezinu izvedbu učiniti jeftinom (tako da bude pogodna za masovno umnožavanje) i dostupnom.



Slika 11. Robert Bosch,
Sfera i labirint, 2011.

